



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Diseño de una máquina trituradora de botellas plásticas de 100kg/h
para optimizar su transporte y almacenamiento en la empresa
recicladora planeta verde EIRL - Chiclayo”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista**

AUTOR:

Br. Monteza Leiva, Willian (ORCID: 0000-0002-0806-8195)

ASESOR:

Mg. Deciderio Enrique Díaz Rubio (ORCID: 0000-0001-5900-2260)

Línea de Investigación

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO – PERÚ

2019

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a Dios por siempre guiarme por el buen camino del amor y la bondad y darme las fortalezas para siempre salir adelante.

Dedicado a mi familia por su apoyo constante, por sus consejos, por inculcarme sus valores y siempre ayudándome a superarme dándome fuerzas y velando por mi bienestar.

Agradecimiento

Agradecer a dios por darme salud y vida para lograr mis metas propuestas, a mi familia por siempre alentarme a seguir adelante y nunca rendirme hasta cumplir mis objetivos.

Agradecer a la universidad cesar vallejo por darme la oportunidad al abrirme sus puertas para realizarme profesionalmente, y a todos los docentes que desinteresadamente me apoyaron y me guiaron y me aconsejaron en mi vida estudiantil y a todos mis amigos que siempre me apoyaron a cumplir mis sueños.

Además, agradecer a la empresa Visa Motors S.R.L por el apoyo de forma desinteresada al brindarme los equipos para poder obtener los resultados de mi tesis.

Página del Jurado

0564



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 09:00 horas del miércoles, 02 de octubre de 2019, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Carrera Profesional N° 0141-2019-UCV-CPIME, de fecha 23 de setiembre, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis "DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE BOTELLAS PLÁSTICAS DE 100KG/H PARA OPTIMIZAR SU TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO EN LA EMPRESA RECICLADORA PLANETA VERDE EIRL-CHICLAYO", presentada por el Bach. MONTEZA LEIVA, WILLIAM con la finalidad de obtener el Título de Ingeniero Mecánico Eléctricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

- **Presidente** : Mgtr. Dante Omar Panta Carranza
- **Secretario** : Mgtr. Deciderio Enrique Díaz Rubio
- **Vocal** : Dr. Daniel Carranza Montenegro

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

Aprobado por mayoría.

Siendo las 09:25 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 02 de octubre de 2019

Mgtr. Dante Omar Panta Carranza
Presidente

Mgtr. Deciderio Enrique Díaz Rubio
Secretario

Dr. Daniel Carranza Montenegro
Vocal

Declaratoria de Autenticidad

Yo, MONTEZA LEIVA WILLIAN con DNI N° 48270876, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Chiclayo 1 de agosto del 2019



WILLIAN MONTEZA LEIVA
DNI. N° 48270876

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Índice	vi
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
a) PROBLEMÁTICA INTERNACIONAL	1
b) PROBLEMÁTICA NACIONAL	2
c) PROBLEMÁTICA LOCAL	2
1.2 TRABAJOS PREVIOS	2
1.3 TEORÍA RELACIONADA CON EL TEMA	3
1.3.1 BOTELLAS DE PLÁSTICO	3
1.3.2 DESECHOS SÓLIDOS Y CONSECUENCIAS EN LA SALUD	3
1.3.3 RECICLAJE	4
1.3.4 EXISTEN TRES TIPOS DE RECICLAJE DE BOTELLAS PLÁSTICAS	4
a) Reciclaje mecánico	4
b) Reciclaje químico	5
c) Recuperación energética	5
1.3.5 MÁQUINA TRITURADORA	5
1.3.6 TIPOS DE MOLINOS TRITURADORES	6
a) Molino triturador de plástico	6
b) Molino triturador de 2 ejes	7
c) Molino triturador de 4 ejes	8
d) Molino a cuchillas o molinos granuladores series GR	10
e) Molinos trituradores monomotor	11
f) Molino triturador combinado	12
g) Molinos trituradores especiales	13
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	14
a) SOCIAL	14
b) AMBIENTAL	14

c) TÉCNICA	14
d) ECONÓMICA.....	15
1.6 HIPÓTESIS	15
1.7 OBJETIVOS	15
II. MÉTODO	16
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	16
2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	17
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA	19
2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.....	19
2.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	19
2.6 ASPECTOS ÉTICOS.....	19
III. RESULTADOS	20
3.1 DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE BOTELLAS PLÁSTICAS DE LA EMPRESA “PLANETA VERDE EIRL”	20
3.1.1 Recolección de botellas de plástico.....	21
3.1.2 Almacenamiento.....	22
3.1.3 Transporte.....	23
3.2 CARACTERIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS BOTELLAS DE PLÁSTICO.	24
3.2.1 Botella de plástico.....	24
3.2.2 Clasificación de los plásticos.....	25
3.2.3 Tereftalato de polietileno (PET)	27
3.2.4 Propiedades del PET.....	28
3.2.5 Características generales de los plásticos.....	29
3.3 CALCULAR Y SELECCIONAR LOS DIFERENTES ELEMENTOS ELECTROMECAÑICOS DE LA MÁQUINA TRITURADORA DE BOTELLAS DE PLÁSTICO.	30
3.3.1 Determinación de los parámetros de diseño.....	31
a) Cálculo del motor.....	31
b) Determinación de las fuerzas en el sobre el área de resistencia.....	32
c) Cálculo del torque sobre las cuchillas.....	33
d) Longitud y diámetro del eje de la trituradora de botellas de plástico.	36
e) Capacidad de producción	37
f) Revoluciones del eje.....	38
g) Capacidad de producción de la máquina.....	39
h) Determinamos la potencia del motor.....	40
i) Cálculo de la fuerza sobre la cuchilla.....	40
j) Cálculo de banda y poleas.....	41
k) Ángulo de contacto de la banda.....	42

m) Numero de bandas	43
n) Factor de carga.....	46
3.4 REALIZAR ANÁLISIS ECONÓMICO	47
3.4.1 COSTOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE BOTELLAS PET DE 100 KG/H.....	47
3.4.2 COSTOS DE COMPACTACIÓN ANTES DE SER TRANSPORTADO.	50
IV. DISCUSIÓN	52
V. CONCLUSIONES	53
VI. RECOMENDACIONES	54
VII. REFERENCIAS	55
ANEXOS	56
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	59
FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	60
AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	61

Índice de Figuras

FIGURA 1: BOTELLAS DE PLÁSTICO.	3
FIGURA 2: MOLINO TRITURADOR DE BOTELLAS PLÁSTICAS.	7
FIGURA 3: MOLINO TRITURADOR DE BOTELLAS DE PLÁSTICO DE 2 EJES.....	8
FIGURA 4: MOLINO TRITURADOR DE BOTELLAS DE PLÁSTICO DE 4 EJES.....	10
FIGURA 5: MOLINO TRITURADOR DE BOTELLAS DE PLÁSTICO A CUCHILLAS.....	11
FIGURA 6: MOLINOS TRITURADORES MONOMOTOR.	12
FIGURA 7: MOLINO TRITURADOR DE BOTELLAS DE PLÁSTICO COMBINADO.	13
FIGURA 8: PROMEDIO ANUAL DE RECOLECCIÓN DE BOTELLAS EN LA EMPRESA PLANETA VERDE EIRL.	21
FIGURA 9: ALMACENAMIENTO DE BOTELLAS PLÁSTICAS.	23
FIGURA 10: CARACTERÍSTICAS DE LA BOTELLA DE PLÁSTICO.....	24
FIGURA 11: MÁQUINA TRITURADORA DE BOTELLAS DE PLÁSTICO PET.	31
FIGURA 12: PROPIEDADES DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO.	32
FIGURA 13: FORMA DE LA CUCHILLA A UTILIZAR.....	33
FIGURA 14: DISEÑO DE UNA CUCHILLA TRITURADORA PET.	35
FIGURA 15: DISEÑO DEL EJE DE LA CUCHILLA.	36
FIGURA 16: FACTOR DE SERVICIO DE UN MOTOR ELÉCTRICO.....	43
FIGURA 17: SELECCIÓN DE SECCIÓN TRANSVERSAL DE BANDA.	44
FIGURA 18: FACTOR CON RESPECTO AL ÁNGULO DE CONTACTO CON LA POLEA.	44
FIGURA 19: FACTOR DE CORRELACIÓN POR LONGITUD DE LA BANDA.	45
FIGURA 20: COMPACTADORA DE PLÁSTICO.....	51
FIGURA 21: ALMACENAMIENTO DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET EN LA EMPRESA PLANTA VERDE EIRL.	56

Índice de Tablas

TABLA 1: PRECIO DEL PLÁSTICO.	21
TABLA 2: ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE.	22
TABLA 3: CLASIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS.	25
TABLA 4: PROPIEDADES DEL PET.	28
TABLA 5: ACERO D2.	34
TABLA 6: ACERO AISI-SAE 1045 1080540.....	36
TABLA 7: PARÁMETROS DE LA BOTELLA PET.	37
TABLA 8: DIÁMETRO DE LAS POLEAS SEGÚN POTENCIA Y REVOLUCIÓN DEL MOTOR.....	39
TABLA 9: FACTOR DE CORRELACIÓN.	45
TABLA 10: COSTOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE BOTELLAS PLÁSTICAS PET DE 100 KG/H	47
TABLA 11: CAPACIDAD DE CARGA DEL CAMIÓN DE CARGA CON RELACIÓN AL PESO QUE TRANSPORTA POR CADA VIAJE.	48
TABLA 12: PRECIO DEL PET POR KG.	48
TABLA 13: FLUJO DE EGRESO.	49
TABLA 14: FLUJO DE INGRESO POR MES.....	49
TABLA 15: FLUJO NETO EFECTIVO PROYECTADO.....	50
TABLA 16: ANÁLISIS VAN Y TIR.	50

RESUMEN

Este trabajo de investigación denominado “DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE BOTELLAS PLASTICAS DE 100KG/H PARA OPTIMIZAR SU TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO EN LA EMPRESA RECICLADORA PLANETA VERDE EIRL – CHICLAYO” permitirá además de preservar el medio ambiente, optimizar el transcurso del procedimiento de plástico PET (Polietileno de Tereftalato) optimizando en almacenaje y transporte como también beneficiar a la empresa de reciclaje Planeta Verde EIRL - Chiclayo.

Se realizó una investigación cuantitativa mediante métodos estadísticos y análisis de datos de las encuestas ejecutadas. Esto ayudo a determinar la aprobación del proyecto y así lograr obtener el diseño más apropiado para la fabricación de una máquina trituradora de botellas platicas PET. La fabricación de la máquina parte del diseño y el cálculo obtenido para la construcción de las piezas y partes que conformaran la máquina.

Palabras claves: trituradora, recicladora plástica, diseño de máquina.

ABSTRACT

This research work called "DESIGN OF A 100KG / H PLASTIC BOTTLE CRUSHING MACHINE TO OPTIMIZE YOUR TRANSPORTATION AND STORAGE IN THE EIRL - CHICLAYO GREEN PLANET RECYCLING COMPANY", recently updated to preserve the environment, the PET procedure time (Terephthalate polyethylene) optimizing storage and transportation as well as beneficiaries of the recycling company Planeta Verde EIRL - Chiclayo.

Quantitative research was carried out using statistical methods and data analysis of the surveys carried out. This helps to determine the approval of the project and thus achieve the most appropriate design for the manufacture of a PET bottle crusher machine. The manufacture of the machine is based on the design and calculation obtained for the construction of the parts and parts that make up the machine.

Keywords: crusher, plastic recycler, machine design.

I. INTRODUCCIÓN

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Vivir en un mundo donde no exista los plásticos sería muy difícil para el ser humano, ya que ha llegado a ser muy importante en nuestro estilo de vida, sin embargo, uno de los grandes problemas a los que afronta el mundo entero es el incremento de residuos sólidos (basura), y esto no solo no es solamente por la falta de interés que muestran nuestras autoridades, sino que también nosotros somos culpables ya que no tenemos el hábito de reciclar. Este material plástico posee un impacto negativo en nuestro medio ambiente, ya que por muchos años se viene acumulando y cada objeto dura aproximadamente unos 500 años en desintegrarse, hasta que esto suceda el plástico prácticamente vive con las personas, plantas, animales y afectando cada vez más en lo profundo de los océanos.

En la actualidad, la cantidad de residuos sólidos ha ido aumentando considerablemente, entre ellos podemos destacar: plásticos, papeles, vidrios, metales, etc. y su manipulación inadecuada de estos desechos es uno de los problemas ambientales más graves que afecta a nuestro país.

Los mercados asiáticos compran todo lo que se produzca del PET. Por esa razón en Perú hay plantas que se encargan de la recolección de este material, para luego ser exportado; sin embargo, uno de los problemas previos que se enfrenta a menudo es la ineficiencia en el traslado de los residuos de botellas plásticas desde lugares de recolección hasta el punto de acopio, lugar de abastecimiento de plantas encargadas de moler y limpiar el PET, ya que para cada masa que posee es muy poca a comparación con el volumen.

a) PROBLEMÁTICA INTERNACIONAL

Actualmente una gran cantidad de materiales plásticos es consumida diariamente, esta elevada producción lleva consigo un mayor uso de los recursos naturales y aumentando considerablemente una mayor contaminación ambiental el cómo reciclar o reutilizar los

productos que son desechados, como por ejemplo una vez consumidas las bebidas que vienen en botellas plásticas.

b) PROBLEMÁTICA NACIONAL

En nuestro país, Perú las botellas de plástico son obtenidas directamente del consumidor como también en lugares donde el recolector las vende, pero cuando hablamos de su reciclaje tiene mucho volumen y muy poca densidad por lo cual ocupa demasiado espacio y poco peso.

c) PROBLEMÁTICA LOCAL

La empresa recicladora planeta verde EIRL dedicada a recolectar y transportar los restos sólidos como botellas plásticas tiene como objetivo seguir creciendo en el mercado, sin embargo, presenta deficiencias al momento de almacenar y transportar dichos residuos.

1.2 TRABAJOS PREVIOS

(BEYSENBURG), indica que: en la actualidad existe una gran demanda de materiales plásticos para el beneficio del ser humano. Esta producción tan elevada viene acompañada con una campaña de reutilizar y reciclar los plásticos desechados.

(CORBITT), “una mala disposición de desechos sólidos facilita la transmisión de enfermedades. Las enfermedades más comunes que se pueden transmitir debido a una manipulación inadecuada sin protección son; diarreas, disentería, gastritis, infecciones a la piel e infecciones respiratorias”.

(Geyer, y otros, 2017), en su investigación determina que: aproximadamente entre 4 a 5 años la mitad de plástico que producimos se convierte en residuos. Se calcula que desde la creación del plástico hasta el 2015 se han producido unos 8300 millones de toneladas métricas que correspondería a unos 1100 kg por habitante; de toda esa cantidad de plástico producido aproximadamente el 30% aún sigue en uso es decir aproximadamente 2490 toneladas métricas, el 79% ha sido arrojado en cualquier lugar del planeta contaminando el

ambiente o en algún vertedero, y tan solo el 12% ha sido reciclado. Si la producción y gestión de plástico continua a este ritmo para el 2050 se calcula que 13000 millones de toneladas terminarían arrojadas en algún vertedero o en el medio ambiente. Los autores no recomiendan la incineración como medio de eliminación debido a la gran emisión de gases y partículas tóxicas que los plásticos producen llegando a ser muy contaminantes para la salud y el medio ambiente.

1.3 TEORÍA RELACIONADA CON EL TEMA

1.3.1 BOTELLAS DE PLÁSTICO.

El plástico es un material constituido por una variedad de compuestos orgánicos con la propiedad de ser maleables, por lo cual se moldea para que la botella logre la forma necesaria en función a lo que será destinada, el tapón de rosca también de plástico, es lo más habitual dentro de la variedad de botellas plásticas.



Figura 1: botellas de plástico.

1.3.2 DESECHOS SÓLIDOS Y CONSECUENCIAS EN LA SALUD

Según el investigador CORBITT R, nos dice que “no contar con equipos de protección y manipular de una manera equivocada de los desechos sólidos trae como consecuencias la gran facilidad de obtener enfermedades como infecciones de la piel, diarreas.

Basándonos en las palabras del investigador CORBITT R, disponer de manera errada el uso de residuos inorgánicos, como en este caso son las botellas de plástico que son almacenadas en gran cantidad, pueden traer grandes problemas de salud como también la reproducción de insectos, gusanos, ratas, etc.

1.3.3 RECICLAJE

Es un proceso fisicoquímico cuyo objetivo es obtener nuevas materias primas a partir de desechos que son sometidos a un tratamiento total o parcial para así llegar a la obtención nuevos productos.

Las botellas de plástico como reciclaje es un proceso de recuperación como nueva materia prima para la nueva fabricación productos con la finalidad de que estos desechos sólidos sean reutilizados como también contribuir en parte con la reducción de contaminación al medio ambiente.

Antes de ser reciclados, las botellas plásticas son clasificadas de acuerdo a su tipo de resina, se quitan las impurezas como las etiquetas, las tapas y anillos por selección del material; luego son trituradas en la máquina, logrando así obtener las botellas plásticas en pequeños trozos facilitando su almacenaje y transporte a plantas donde posteriormente se funde y se divide en pequeñas esferas para luego ser utilizadas en la fabricación de nuevos productos.

1.3.4 EXISTEN TRES TIPOS DE RECICLAJE DE BOTELLAS PLÁSTICAS

a) Reciclaje mecánico.

Este método consiste en separar las botellas plásticas de acuerdo a su clase, quitar y lavar las impurezas que contienen, luego son triturados hasta obtenerlo en pequeños trozos y seguidamente son fundidos y moldeados de la forma que se obtienen nuevos productos.

b) Reciclaje químico.

Este método consiste en obtener moléculas simples de las botellas de plástico mediante la degradación por calor.

c) Recuperación energética.

Este método consiste en utilizar las botellas plásticas como un combustible para la generación de energía.

En América Latina el reciclaje mecánico es el más utilizado, países como Perú se suman a estos primeros pasos sin embargo los vertederos siguen siendo el mayor destino de estos desechos sólidos alcanzando un 70%, lo cierto es que reciclar las botellas plásticas no solo contribuye con el cuidado del medio ambiente porque lleva consigo una buena oportunidad de negocio como también aumentar la fuente de empleo en el proceso de recolección, seleccionado, lavado, triturado, almacenado, transportado y culminando con la obtención de nuevos productos.

Reciclar las botellas plásticas que son productos inorgánicos que por su composición tardan muchos años en descomponerse es una forma de luchar contra la contaminación salvando grandes cantidades de recursos naturales no renovables, evitando impactos graves para los ecosistemas como deforestación, erosión, etc. Reutilizando materiales reciclados.

1.3.5 MÁQUINA TRITURADORA

Una máquina trituradora es un conjunto de elementos que, unidos entre piezas móviles y fijas, como órganos de accionamiento, circuito de potencia, circuitos de mando, etc. que tiene como objetivo procesar un material, obteniendo como resultado en trozos más pequeños que el tamaño original.

Una máquina trituradora de botellas plásticas nos ayudara para amplificar la producción, agilizando el proceso de transformación logrando como objetivo reducir el tamaño original de la materia.

Características principales a tener en cuenta para la fabricación de una máquina trituradora de botellas plásticas.

- Número de ejes cuchillas
- Número de rpm. Cuchillas
- Tipo de transmisión
- Número de cuchillas de corte
- Cantidad de producción en kilogramos por hora
- Potencia instalada del motor eléctrico en HP
- Equipos de seguridad: parada de emergencia

1.3.6 TIPOS DE MOLINOS TRITURADORES

a) Molino triturador de plástico.

Es una máquina diseñada y basada en la técnica de cuatro ejes, dicha máquina permite reducir el tamaño de las botellas de plástico triturando en medidas homogéneas y haciendo más fácil el almacenaje y transporte, como también el reciclar y reutilizar al mismo tiempo.

✓ Fases del molino triturador:

Paso 1: La botella de plástico posa sobre el grupo fresas, una ventaja de este molino es, que no necesita emplear ningún empujador para realizar la compresión del envase a destruir.

Paso 2: Una vez iniciada el arranque de la máquina los discos de corte hacen la facilitación para la trituración de la botella plástica o cualquier otro objeto a destruir, forzando para luego introducirse en la acumulación de corte.

Paso 3: Para realizar este corte los dientes obtienen una elaboración exclusiva lo cual facilita un buen enganche del material que se va a triturar.

Paso 4: Por último, luego de pasar por el corte el material o las piezas trituradas que no hayan rebasado las medidas esperadas se reportan para nuevamente volver al círculo y repetir el transcurso de trituración.



Figura 2: molino triturador de botellas plásticas.

b) Molino triturador de 2 ejes.

Esta máquina se constituye por un triturador a cuchillas de dos ejes rotativas y peines distanciadores, están fabricados para triturar diferentes tipos de materiales, ya que esta máquina tiene una capacidad elevada de corte.

✓ COMPOSICION

- **Unidad de carga:** Tolva
- **Unidad de trituración:** Contiene 2 ejes compuesto por discos de márgenes filosos, equipados de garfios. Estos garfios son de hierro y de punta aguda que cumplen la función de enganchar el producto para luego arrastrarlo y cortarlo debido a la acción de los dos ejes contrarrotatorios.

- **Motorización:** Esta máquina cuenta con dos motores eléctricos que funcionan con corriente alterna, que hace la transferencia a través de un motor reductor.
- **Dispositivo de seguridad:** En este caso su ajuste de la regulación del conjunto de elementos de trituración debe ser de una manera óptima para tener un equitativo equilibrio entre la producción y el funcionamiento.

Una de sus funciones de este dispositivo de seguridad es que temporalmente el movimiento de las cuchillas se invierta, evitando así la probable sobrecarga de la estructura o el peligro de descompostura de la máquina.



Figura 3: molino triturador de botellas de plástico de 2 ejes.

c) Molino triturador de 4 ejes.

Es también conocido como triturador industrial con cuchillas rotativas que trituran y re-trituran el material, están diseñadas mayormente para las pequeñas y medianas empresas, esta máquina cumple la función de reducir cualquier tipo de desechos plásticos, con la finalidad de almacenar más fácilmente ocupando poco espacio.

La ventaja de esta máquina es que la potencia eléctrica que necesita es muy pequeña, además de que apenas hace ruido debido a que contiene un limitador en función a los productos a triturar.

Esta máquina facilita la conexión a una red de pretensión mediante un tubo ubicado en el segmento inferior del mismo.

✓ **Características de este molino.**

- Las cuchillas que contiene son de acero de particularidad superior, estas cuchillas están ensambladas con los conductores mediante engranajes en baño de aceite.
- Esta máquina está proporcionada con un juego de llaves en caso de que sea necesario desmontar las cuchillas y a la vez afilar. También contiene un manual explicando las modalidades de ejecución y de operación para ser más fácil de comprender.
- Está diseñado con una tecnología de soporte de pieza separada por lo cual las cuchillas cambian con mayor rapidez.
- Contiene sensores automáticos, dichos sensores desempeñan la función de proteger la máquina hacia el exceso de carga y bloqueo.
- Equipada con una criba de medida aproximada que puede ser de 12 a 38 mm, esto permite lograr conseguir diferentes dimensiones de partículas desintegradas, se dice que mientras más delgada sea la trituración de esta máquina la producción será mucho menor.

✓ **Peculiaridades de esta máquina.**

- Nivel acústico de labor menor a 80 db, esto permite que la dicha máquina emita muy poco ruido al momento de triturar.
- Facilidad de mantenimiento de los discos de trituración.
- Los discos pueden cambiarse de manera fácil haciendo posible que lo realice el mismo operador.
- El consumo de energía es muy reducido.
- Esta máquina tritura cualquier tipo de material no ferroso, incluyendo si el objeto a destruir contiene algún trozo de alambre metálico, piedras o clavos.



Figura 4: molino triturador de botellas de plástico de 4 ejes.

d) Molino a cuchillas o molinos granuladores series GR.

Estos equipos están dirigidos a las pequeñas empresas de reciclaje de plástico debido a que tienen una excelente versatilidad y además son muy económicas.

Este molino tiene una característica principal que es la conformación del rotor, lo cual está lleno de cuchillas ubicadas de manera irregular haciendo que al momento de girar cada una de estas cuchillas procedan a rozar el material y en seguida a la trituración final.

La diferencia de estos molinos a comparación de los molinos habituales es que estos son los adecuados para materiales o piezas con un elevado volumen y tenacidad de corte.

✓ **características.**

- Obtener una fina trituración de material de plástico.
- Su estructura es de acero macizo.
- Sus cuchillas pueden ser sustituidas de forma individual.
- Contiene dos cuchillas fijas de aparato de decadencia y tres rotativas.
- Tiene micro de seguridad sobre tolva.
- Su sistema de cuchillas provee una cortadura blanda y limpia.
- Tienen una gran capacidad de molienda y ocupan corto espacio.
- Cuenta con una boca de alimentación grande.
- Su rendimiento es a partir de 50 hasta 1500 kg/h.

✓ **Ventajas.**

- Debido a su sistema de cuchillas por su corte oblicuo nos da una poderosa disminución de tamaño en la trituración.
- Debido a su sistema es fácil y rápido de limpiar sin necesidad de herramientas.
- Acomodación fácil a las necesidades de aplicación a velocidad voluble.
- Obtener una delgadez determinada a través de los coladores inferiores que son de diferentes capacidades de apertura.
- Conservan ventilación en su interior.



Figura 5: molino triturador de botellas de plástico a cuchillas.

e) Molinos trituradores monomotor.

En este caso existen una serie de molinos específicos que son creados esencialmente para la trituración de materiales con un corte de calidad y un importante grosor, pero dentro de esta serie de molinos trituradores de plásticos los más conocidos son la serie M.

Para empezar su funcionamiento y empujar el material hacia el rodillo dentado el encargado de ejecutar este trabajo es un cajón prensador hidráulico, mediante la rotación del mismo y la cuchilla procede primeramente a la pre- rotura para luego seguir con la trituración del material plástico.

El objeto a destruir que en este caso seria las botellas de plástico rueda contra una parrilla perforadora quien es que establece la extensión de la última etapa del triturado.

En caso de que se dé un excesivo esfuerzo en la máquina para su protección de esta, se libera el cajón para cambiar el giro del rodillo y liberar el material para así impedir la sobre carga estructural.

✓ **Los pasos de trabajo para esta máquina son**

- Apertura de la trituración de las botellas de plástico.
- Operación del prensador hidráulico hacia el rodillo dentado.
- Trituración avanzada del material.



Figura 6: molinos trituradores monomotor.

f) Molino triturador combinado.

También se le conoce como trituradora con molino a cuchilla en línea, esta máquina está diseñada con la finalidad de obtener las ventajas combinadas de un molino a cuchillas en línea con un triturador de 4 ejes, se puede lograr obtener hasta piezas de 4 a 8 mm.

En este tipo de molino viéndolo desde la partida de funcionamiento con tan solo introducir el material u objeto a destruir en la boca del triturador, será más que suficiente para adquirir el producto final.

✓ **Funcionamiento.**

Tiene la peculiaridad de moler objetos de altos espesores y de imponente tenacidad al corte, con un eficaz desempeño y formidable ahorro en cuanto a costos de inversión.

Es recomendado para una fina trituration de: plástico, madera, papel, embalajes, cartón, paragolpes, cintas de polietileno, goma, películas plásticas, toldos impermeabilizados, cascaras, botellas en PTE, entre otros más.



Figura 7: molino triturador de botellas de plástico combinado.

g) Molinos trituradores especiales.

En este caso los molinos especiales son los que se adoptan diferentes tipos de máquinas trituradoras y granuladoras, con el fin de conseguir equipos completos que contenga desferrizadores, cintas transportadoras, sistemas de manipulación neumática y confección en big-bag.

✓ **Funcionamiento con respecto al plástico.**

- Sistema de molienda
- Desertización
- Moledura de material plástico.
- Procedimientos de apartamiento liquidas de productos ya confeccionados.

✓ **Normas relacionadas a las maquinas trituradoras de botellas plásticas.**

- Normas: SAE/AISI (D2), DIN 1.2379, JIS SKD11
- La norma **AISI** conocida por ser una clasificación de aceros y aleaciones de materiales no ferrosos).

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál será la configuración geométrica y estructural de una máquina automatizada trituradora de botellas plásticas con las especificaciones técnicas y normativas vigentes con capacidad de 100 kg/h, para reducir el volumen antes de ser almacenadas o transportadas?

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

a) SOCIAL

La máquina por sus características nos da la posibilidad de abrírnos campo en el área industrial, así mismo nos brinda nuevas oportunidades para poder formar nuevas industrias en el ámbito de reciclaje y a la vez promover la cultura de reciclar y hacer conciencia a las personas de para que cambien su estilo de vida.

b) AMBIENTAL

En parte contribuiríamos, dando una solución para compensar el efecto nocivo de estos desperdicios, como son en este caso las botellas de plástico; ya que son estas las que más contaminan el medio ambiente por lo mismo que tarda mucho tiempo en degradarse, sin embargo, son arrojados en las calles de la ciudad y causan grandes problemas.

c) TÉCNICA

Implementar una máquina automatizada trituradora de botellas de plástico lleva consigo la innovación de la tecnología en nuestro país, como también la oportunidad de brindar capacitación constante al personal.

d) ECONÓMICA

Los beneficios que se logran con una máquina trituradora son la reutilización de la materia prima y la realización de nuevos productos que a su vez permite la integración de un nuevo ciclo económico.

Almacenar y transportar residuos tiene mucha importancia en términos de ahorro económico ya que con eso se obtiene comprimir el volumen de los residuos y de esta manera se reduce la cantidad de viajes en transporte como también disminuir el consumo de combustibles.

1.6 HIPÓTESIS

Si es factible diseñar una máquina trituradora de botellas de plástico de una capacidad de 100 kg/h para la reducir su volumen antes de ser almacenadas y transportadas.

1.7 OBJETIVOS

a) General

Diseñar una máquina trituradora de botellas plásticas de 100Kg/h para optimizar su transporte y almacenamiento en la empresa planeta verde EIRL- Chiclayo.

b) Específicos

- 1 Diagnosticar la situación actual del almacenamiento y transporte de botellas plásticas de la empresa “Planeta Verde EIRL”
- 2 Caracterizar las propiedades mecánicas de las botellas de plástico.
- 3 Calcular y seleccionar los diferentes elementos electromecánicos de la máquina trituradora de botellas de plástico.
- 4 Realizar análisis económico.

II. MÉTODO

2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

No experimental. - Dado que en nuestra investigación no se pretende cambiar las variables independientes por lo que se observarán los fenómenos como tal y como se dan en su escenario. Esto se debe a la restricción explicada sobre el costo de la instauración y el prolongado tiempo de adquisición de resultados.

T ₁		T ₂	
M ₁	O	P	ER

Donde:

T₁: TIEMPO DE MEDICIÓN DE LA OBSERVACIÓN

T₂: TIEMPO DE PROYECCIÓN DEL ESCENARIO HIPOTÉTICO

M₁: MUESTRAS QUE SE ESTÁN OBSERVANDO

O: OBSERVACIÓN A DESARROLLAR EN LA MUESTRA

P: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE BOTELLAS DE PLÁSTICO

ER: RESULTADOS ESTIMADOS

El diseño a emplear es no experimental transversal

(Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p. 53):

“Los diseños de investigación transversal recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”

2.2 VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

a) Variable independiente

Diseño de la máquina trituradora de botellas de plástico.

b) Variable dependiente

Optimización del transporte y almacenaje de la empresa Planeta Verde

OPRERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDIDAS	INSTRUMENTOS
Variable independiente: Diseño de la máquina trituradora de botellas de plástico.	Es una máquina que procesa las botellas de plástico cortando en pequeños pedazos listos para ser almacenados, transportados.	Consiste en Triturar las botellas de plástico.	Aspectos mecánicos.	Rpm Potencia Corriente Tensión	Rpm Watts voltaje	Guía de observación Entrevista
Variable dependiente: Optimización del transporte y almacenaje de la empresa Planeta Verde.	Reducir la cantidad de viajes y disminuir áreas de almacenaje ya que para cada que masa que posee es muy poca a comparación del volumen.	Reducir el volumen de las botellas de plástico.	Masa volumen	Clasificación de los plásticos Reducción del volumen	Kg/h	Guía de observación

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

a) Población

Botellas plásticas tipo PET (tereftalato de polietileno).

b) Muestra

100 Kg de botellas plásticas tipo PET

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTACIÓN DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2010) “Una técnica es el conjunto de mecanismos, medios y procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico”

Observación: Esta consiste en inspeccionar directamente algún hecho o fenómeno según se muestra espontáneo y naturalmente en el contexto que nos encontramos, tiene como propósito expreso conforme a un plan fijo y recopilando los datos en una forma consecuente.

Para determinar el problema que existe actualmente en la empresa “PLANETA VERDE EIRL” se realizó una visita técnica utilizando una guía de observación donde encontramos evidencia de la necesidad en cuanto a la reducción del volumen de las botellas de plástico logrando su fácil almacenaje y transporte.

2.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS

Se utiliza la estadística descriptiva para analizar los datos que se obtiene por medio de nuestro instrumento, la información obtenida será ordenada y analizada a través de tablas de distribución de frecuencias y gráficos.

2.6 ASPECTOS ÉTICOS

En el presente proyecto de investigación se considerarán ciertos aspectos éticos como el respeto a la propiedad intelectual y cuidado del medio ambiente.

III. RESULTADOS

3.1 DIAGNOSTICAR LA SITUACIÓN ACTUAL DEL ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE DE BOTELLAS PLÁSTICAS DE LA EMPRESA “PLANETA VERDE EIRL”

➤ **Descripción de la empresa planeta verde EIRL.**

La empresa recicladora “Planeta verde EIRL - Chiclayo” es una entidad privada dedicada a la recolección, almacenaje y transporte de residuos sólidos, como son las botellas de plástico cristalino (PET) y plástico de color de diferentes tamaños, fundada el 22/03/2010, se encuentra ubicada en Mza A Lote 8 CPM Miraflores. (Carretera a Pomalca) en Chiclayo – Lambayeque.

Actualmente cuenta con 7 trabajadores un gerente, una secretaria y 5 operarios laborando de lunes a sábado 8 horas diarias, por la mañana desde las 8:00am hasta la 1:00pm y por la tarde desde las 3:00pm hasta las 6:00pm realizando el trabajo desde la compra de botellas plásticas midiendo el peso de lo que la gente trae a véndenlas a un costo de S/ 1.20 por cada kg de botellas PET y a S/ 0.80 por cada kg de plásticos de toda forma y color, recolectando así diariamente entre 500 a 600 kg de PET; 8 días antes de ser transportadas se encargan de retirar las tapas, anillos y etiquetas de las botellas para luego ser compactadas por un camión y así transportar a la ciudad de Lima, llevando 7 toneladas de botellas PET cada 15 días.

➤ **Misión de la empresa planeta verde EIRL.**

“Planeta verde es una organización dedicada al manejo integral de residuos, buscando crecimiento rentable y continuo, para mejorar la calidad de vida de los recicladores y contribuir con el desarrollo sostenible del planeta.”

➤ **visión de empresa planeta verde EIRL.**

“En el año 2020 Planeta verde será líder en el sector empresarial con el manejo integral de residuos, desarrollando sus procesos con estándares de calidad y contando con aliados estratégicos y asociados competentes y comprometidos”.

3.1.1 Recolección de botellas de plástico.

Actualmente la empresa “Planeta verde EIRL” no cuenta con un personal propio dedicada a la recolección de las botellas plásticas, de tal manera que son personas ajenas a la institución que se encargan de recogerlas para luego venderlas a la empresa recicladora, que de acuerdo a un seguimiento realizado se ha podido verificar que son recogidas principalmente en las calles de la ciudad, ríos, carreteras, basureros, escuelas, negocios, hogares, etc. Donde en su mayor parte se encuentran tiradas como desechos después de haber sido utilizadas por los seres humanos, llegando a recolectar entre 500 y 600kg de botellas de plástico PET diariamente.

Tabla 1: precio del plástico.

PRECIO DE COMPRA	
plástico PET	S/ 1.20
plástico de color	S/ 0.80

Fuente: empresa planeta verde EIRL.

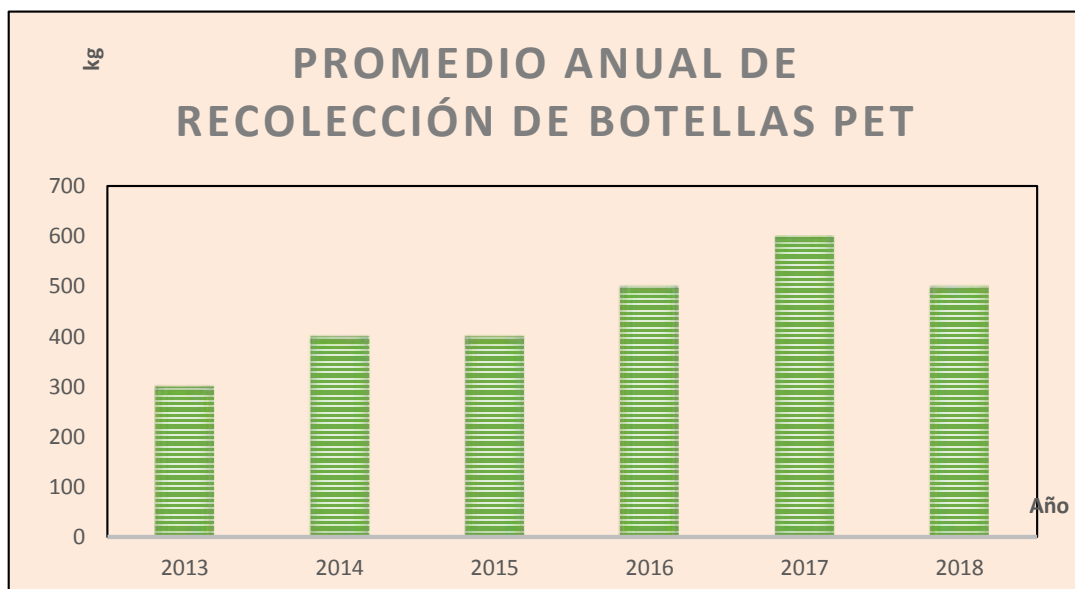


Figura 8: promedio anual de recolección de botellas en la empresa planeta verde EIRL.

Análisis:

De acuerdo al seguimiento realizado se puede determinar que la empresa al no contar con personal propio de recolección de botellas plásticas está supeditada a lo que la gente lleva.

3.1.2 Almacenamiento.

En la empresa de reciclaje “Planeta Verde EIRL” los residuos plásticos adquiridos en gran cantidad diariamente por la recolección de terceros son almacenados de manera empírica llenas de aire, agua, etc. siendo tiradas a la intemperie expuestas a la lluvia ocupando demasiado espacio y además generando un peligro contra la salud humana y más aun con las personas que trabajan ahí, ya que un mal almacenaje da lugar a que se formen guaridas de roedores en los espacios generados por la acumulación de botellas plásticas.

Una vez almacenadas dentro de la empresa y 8 días antes de ser transportadas estas son seleccionadas retirando las tapas y etiquetas por lo que no son del mismo material, luego son aplastadas por un camión compactador para su posterior agrupación formando grandes bloques rectangulares siempre teniendo en cuenta el material, color, que no estén sucias (con aceite, pinturas o llenas de agua u otros líquidos) facilitando así la reducción de espacios como también el fácil manejo y de forma más cómoda al ser transportados a la ciudad de LIMA lugar donde son vendidas a otras empresas para la fabricación de productos nuevos como también exportados a países como china para también sean reutilizado.

Tabla 2: almacenamiento y transporte.

Recolección promedio diaria en el año 2018	500 Kg
Recolección mensual	15 000 Kg
Transporte quincenal	7 000 Kg

Fuente: empresa planeta verde EIRL.

Análisis:

El almacenamiento de botellas plásticas en la empresa “planeta verde EIRL” no es correcto, ya que se realiza de manera empírica generando un gran problema ocupando demasiado espacio (65% del área total de la empresa) con su volumen para un determinado peso y además es un peligro contra la salud de los empleados, como también la reproducción de insectos, gusanos, ratas, etc.



Figura 9: almacenamiento de botellas plásticas.

3.1.3 Transporte.

La empresa “Planeta verde EIRL” realiza envíos a otras plantas de reciclaje ubicados en la ciudad de Lima mediante transportes de terceros que son contratados con capacidad de 10 toneladas; sin embargo, solo llevan 7 toneladas por el espacio que ocupa las botellas de plástico a comparación de su peso.

Los grandes bloques rectangulares son agrupados dentro del camión, llegando a llenar en su totalidad con un peso de 7000kg desperdiciando la capacidad del camión que son de 10000 kg, realizando un viaje cada 15 días.

Análisis

La empresa planeta verde EIRL pierde dinero al momento de transportar las botellas plásticas tipo PET ya que por cada viaje realizado el camión con capacidad de 10 toneladas, solo puede llevar 7 toneladas debido a su gran volumen que tienen las botellas plásticas.

3.2 CARACTERIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS BOTELLAS DE PLÁSTICO.

3.2.1 Botella de plástico.

Se define como envase liviano utilizado para la comercialización de productos como: bebidas, lácteos o para productos de limpieza del hogar. Una de las ventajas con relación al vidrio es su menor costo y su variedad de presentaciones.

Los plásticos son polímeros que mediante un proceso químico llamado polimerización se logra obtener grandes agrupaciones de monómeros proporcionando una serie de propiedades como resistencia a la degradación ambiental, color, buen aislante eléctrico y de baja densidad.

El plástico está constituido por una variedad de compuestos orgánicos con las propiedades de ser maleables, permitiendo ser moldeable y obtener la forma deseada de acuerdo a la función requerida, en el caso de las botellas estas cuentan con una tapa enroscarle fabricada de plástico permitiendo un cierre hermético.








Figura 10: características de la botella de plástico.

- El envase es de PET (polietileno tereftalato)
- El anillo de seguridad de la tapa tiene dos componentes que es el PP (polipropileno) o POEAD (polietileno de alta densidad) y el de la junta de hermeticidad por lo general es de EVA (etilenvilaceto)
- La etiqueta es de PP, PEBD (polietileno de baja densidad) o de papel, como también tiene dos componentes más: los adhesivos con los que se pega que tienen poli buteno y aditivos como colofonia con resinas de terpeno-fenol y las tintas con las que son impresas las etiquetas que tienen una formulación compleja en las cuales intervienen gran cantidad de materias primas distinta.

3.2.2 Clasificación de los plásticos.

Tabla 3: clasificación de los plásticos.

CLASIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS			
Símbolo	Usos	Reciclado	Nota
POLIETILENO TEREFTALATO (PET)			
 PET	<ul style="list-style-type: none"> • Botellas con contenido de agua, refrescos y otras bebidas. • Recipientes de detergentes y otros productos para la limpieza. 	El PET se puede reciclar para hacer poliéster para telas y alfombras, relleno para parachoques de autos y fibra para rellenar bolsas de dormir y chaquetas.	El PET viene a ser uno de los plásticos más factible de reciclar.
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PEAD)			
	<ul style="list-style-type: none"> • Garrafones para agua y leche. 	Estos recipientes de PEAD claros son fáciles de reciclar para la	

	<ul style="list-style-type: none"> • Recipientes para detergentes para ropa, shampoo, aceites para motores. • Algunas bolsas de plástico 	<p>fabricación de nuevos recipientes.</p> <p>El PEAD de color se convierte en madera de plástico, bordes para césped, tubos, sogas, jardines y juguetes.</p>	<p>El PEAD se recicla con facilidad</p>
POLICLORURO DE VINILLO (PVC)			
	<ul style="list-style-type: none"> • Botes de aceites para cocinar. • Tubos de vinilo. • Cortinas para ducha. • Empaques transparentes para alimentos, • Marcos para puertas y ventanas 	<p>El PVC debido a sus aditivos es uno de los plásticos menos reciclables.</p> <p>Una vez desechados se crean sustancias potencialmente dañinas.</p>	<p>Durante su fabricación se producen contaminantes orgánicos</p>
POLIETILNO DE BAJA DENSIDAD (PEBD)			
	<ul style="list-style-type: none"> • Bolsas de plástico para alimentos congelados y de supermercados. • Algunas botellas 	<p>El PEBD no suele reciclarse</p>	<p>Durante su fabricación se producen contaminantes orgánicos</p>
POLIPROPILENO (PP)			
	<ul style="list-style-type: none"> • Recipientes para jarabes, yogurt. • Pañales desechables. • Alfombras para exteriores. • Recipientes de plástico opacos como biberones y sorbetes. 	<p>El PP no se recicla con facilidad.</p>	<p>Difícil de lograr una calidad consistente al reciclarlo.</p>

POLIESTIRENO (PS)			
	Poliestireno rígido: <ul style="list-style-type: none"> • Cubiertos desechables. • Caja para CD 		
	Poliestireno moldeado (unicel) <ul style="list-style-type: none"> • Recipientes para comida. • Empaques • Cartones de huevos • Material aislante para edificios 	Se puede reciclar PS pero habitualmente no es una posibilidad económicamente factible.	El estireno puede filtrarse del Poliestireno.
MEZCLAS (OTROS)			
	<ul style="list-style-type: none"> • Tapas • Recipientes médicos para almacenar • Botellas de agua de 5 galones. • Biberones. 	Son plásticos de mezclas de resinas difíciles de reciclar.	Los estudios realizados documentan los efectos perjudiciales y salud de BPA está aumentando.

Fuente: <https://www.aristegui.info/identificacion-de-los-plasticos-por-sus-codigos/>

3.2.3 Tereftalato de polietileno (PET)

Es un termoplástico polímero de resina de poliéster que se utiliza en fibras sintéticas, en alimentos, envases para bebidas y otros líquidos; que es producido a través de dos compuestos: el Ácido Tereftálico y Etilenglicol, como también se puede obtener reemplazando el Ácido tereftálico por Dimetiltereftalato.

Este material plástico puede hallarse en una etapa amorfo-transparente o cristalina, es caracterizada por su excelente pureza, tenacidad y alta resistencia.

3.2.4 Propiedades del PET.

Las propiedades principales de los plásticos PET son la alta resistencia al desgaste y corrosión, también una gran resistencia térmica y química y un buen coeficiente de deslizamiento.

Tabla 4: propiedades del PET.

fórmula química	$(C_{10}H_8O_4)_n$
densidad como amorfo	$1,370 \frac{g}{cm^3}$
densidad como cristalino	$1,455 \frac{g}{cm^3}$
módulo de Young (e)	2800 – 3100 Mpa
resistencia a la tracción (σ_t)	55 – 75 Mpa
coeficiente de expansión lineal (α)	$7 \times 10^{-5}/K$
Punto de fusión	250 – 260 °C
Conductividad térmica	$0,15 - 0,24 \frac{W}{mK}$
Absorción de agua (ASTM)	0.16
Solubilidad en agua	Prácticamente insoluble

Fuente: VAN DER VEGT A.K, GOVAERTLE.E (2016) “Polymeren: van keten tot kunstof” pag. 24 - 28

Los ensayos más comunes que se aplican a las botellas de plástico son las siguientes:

- ✓ Resistencia a compresión
- ✓ Resistencia a impacto por caída libre

- ✓ Fuerza de torque (para determinar la resistencia de cierre y apertura de la tapa según norma ASTM D 2063 - 2012)
- ✓ Resistencia a la liberación de tensiones por medio ambiente activo (stress cracking)
 - Mide la resistencia de la botella a la acción simultanea de tensiones mecánicas y disolventes según norma UNE 53975 – 2007.

El instituto tecnológico del plástico (AIMPLAS) cuenta con el equipamiento necesario para la ejecución de controles de calidad, siendo uno de los laboratorios europeos con más ensayos acreditados por la ENAC según ISO 17025 en materiales plásticos.

3.2.5 Características generales de los plásticos.

a) Termoplásticos

Estos plásticos son fáciles de reciclar debido a que al fundirse se forma reiteradas veces sin que se altere excesivamente sus propiedades originales, los termoplásticos que son más conocidos son: PEAD, PVC, PET, PEBD, PS Y PC.

b) Termoestables

Son compuestos por polímeros con cadenas combinadas químicamente lo cual son difíciles de reciclar, para ello es necesario destruir su estructura molecular y así lograr fundirlos y como consecuencia trae una variación de sus propiedades originales, los termoestables más conocidos son: resinas ureicas, resinas fenólicas, etc.

c) Ventajas que presentan los plásticos.

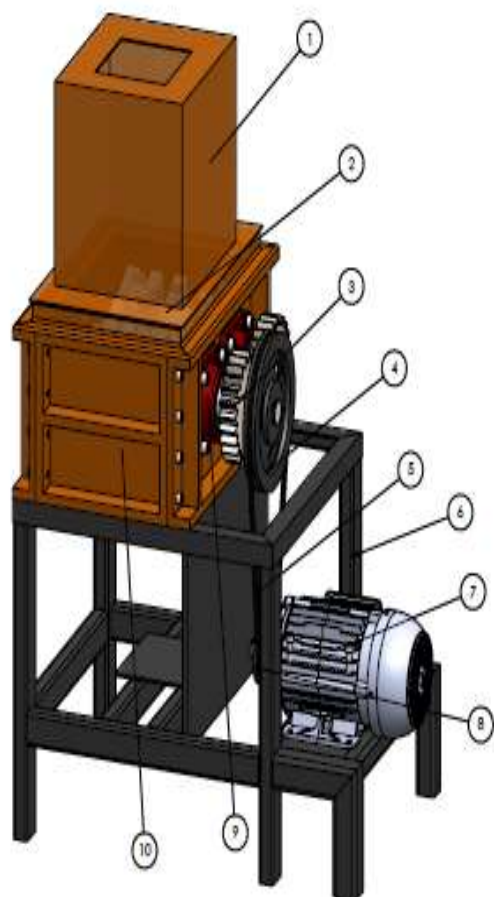
- Tienen baja densidad y son materiales muy ligeros.
- Son fáciles de moldear, por lo que se logra la obtención de productos complejos sin usar demasiada energía.
- Son muy resistentes a los ataques de distintos agentes químicos.
- Son buenos aislantes de la electricidad.

d) Desventajas que presentan los plásticos.

- Presentan un elevado volumen y causa dificultad al momento de almacenar y transportar.
- Al mezclar varias familias de plásticos se obtienen baja calidad en los productos.
- Produce contaminación al medio ambiente durante su fabricación como degradación.

3.3 CALCULAR Y SELECCIONAR LOS DIFERENTES ELEMENTOS ELECTROMECA'NICOS DE LA M'QUINA TRITURADORA DE BOTELLAS DE PL'STICO.

Las maquinas trituradoras PET se dise'ñadas con cuchillas giratorias unidas por un porta cuchillas, que van situadas a un eje giratorio por intermedio de cu'ñas y montadas sobre chumaceras chumaceras; en un extremo del eje se encuentra situada la polea que transmite la potencia y por el otro extremo de eje va unida una volante de inercia que cumple la funci'ón de moderar las vibraciones cuando se est'e triturando las botellas pl'sticas.



Nº	Descripción	Cantidad
1	Tolva de llenado	01
2	Cuchillas	08
3	Engranajes Rectos	02
4	Pala Mayor	01
5	Pala	01
6	Estructura	01
7	Motor 10 Hp	01
8	Pala Menor	01
9	Chumaceras	04
10	Cubierta de triturado	01

Figura 11: máquina trituradora de botellas de plástico PET.

3.3.1 Determinación de los parámetros de diseño.

Para determinar la capacidad de la máquina es importante conocer la cantidad de plástico que se desea triturar, en función a los requerimientos de la empresa “Planeta Verde” la que se dedica al reciclaje de botellas de plástico tipo PET.

a) Cálculo del motor.

Se debe conocer primeramente la fuerza requerida por las cuchillas, para determinar la potencia del motor y así triturar el material.

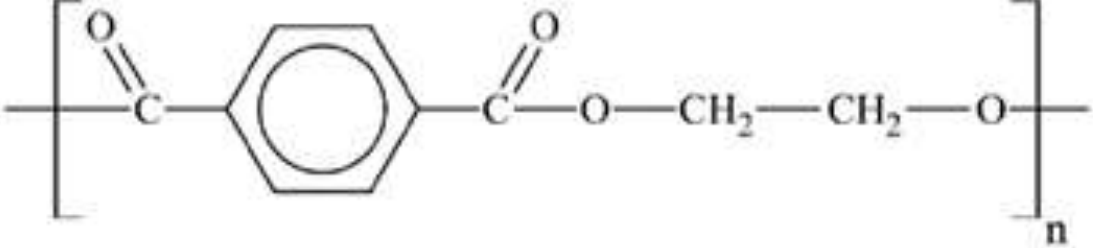
FÓRMULA DE LA ESTRUCTURA	
	
FÓRMULA QUÍMICA	$(C_{10}H_8O_4)_n$
DENSIDAD COMO AMORFO	$1,370 \frac{g}{cm^3}$
DENSIDAD COMO CRISTALINO	$1,455 \frac{g}{cm^3}$
MÓDULO DE YOUNG (E)	2800 – 3100 Mpa
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (σ_t)	55 – 75 Mpa
COEF. DE EXPANSIÓN LINEAL (α)	$7 \times 10^{-5} / K$
PUNTO DE FUSIÓN	250 – 260 °C
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	0,15 – 0,24 $\frac{W}{mK}$
ABSORCIÓN DE AGUA (ASTM)	0,16

Figura 12: propiedades del tereftalato de polietileno.

Resistencia a la tracción:

$$\sigma_t = 75 \text{ Mpa}$$

Según the greenengineers, 2017 para determinar el esfuerzo cortante en las cuchillas se calcula a partir de una regla general, siendo el 80% del porcentaje de rendimiento del material a cortar.

$$\sigma_t = 75 \text{ Mpa} \times 0.80$$

$$\sigma_t = 60 \text{ Mpa}$$

b) Determinación de las fuerzas en el sobre el área de resistencia

$$F_{desg} = S_{desg} \times A_{resist}$$

Donde:

F_{desg} : Fuerza de desgarramiento N

S_{desg} : Tensión de desgarramiento MPa

A_{resist} : Área de resistencia en mm

Hallamos área de corte de la cuchilla

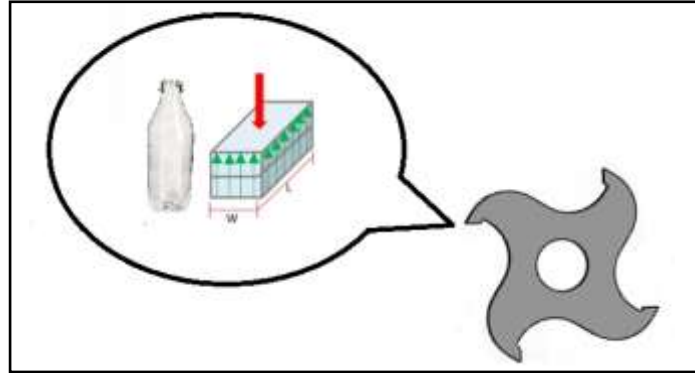


Figura 13: forma de la cuchilla a utilizar.

$$A_{corte} = (w \times l)$$

donde:

w : Ancho del filo de la cuchilla

l : Longitud del filo de la cuchilla

Reemplazando:

$$A_{corte} = (1 \text{ mm} \times 11 \text{ mm})$$

$$A_{corte} = 11 \text{ mm}^2 = 1.1 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$F_{desg} = 60 \times 10^6 \times 1.1 \times 10^{-5}$$

$$F_{desg} = 660 \text{ N}$$

c) Cálculo del torque sobre las cuchillas.

Determinación del material de las cuchillas.

Para la fabricación de piezas de máquina trituradora de botellas plásticas como cuchillas para corte de PET, es necesario un acero con alto porcentaje de carbono y cromo y que goce de

buena tenacidad, las cuchillas requeridas para una máquina trituradora PET son fabricados de acero D2.

Tabla 5: acero D2.

Características	Acero al alto carbono y alto cromo.
Composición	C (1.5%), Mn (0.35%), Cr (11.80), Mo (0.85), V (0.85%)
Normas	SAE/AISI (D2), DIN 1.2379, JIS SKD11
Propiedades físicas	Módulo de elasticidad (30psix106), 7695 kg/m3
Aplicaciones	Herramientas de roscado, trituradoras de llantas, rodillos, dados de laminación, insertos para moldes, cuchillas, slitters y cizallas, husillos para inyección de plástico, cuchillas para trituradora de plásticos.

Fuente: <http://sisal.com.mx/pdf/Acero%20SISA%20D2.pdf>

según (MOTT , 1995) dentro de la forma de los soportes de la cuchillas deben quedar colocadas en forma sesgada formando un Angulo de 3 grados para que así su forma de corte sea semejante a las tijeras para lograr mayor capacidad de producción con menos consumo de potencia y con menor generación de ruidos.

(Pozo Correa, y otros, 2014) en su tesis “diseño y construcción de una máquina para moler plástico PET de 100kg/h para la microempresa de reciclaje Santa Anita de Cotopaxi – Ecuador, utilizo el diámetro total de la cuchilla de 18cm considerando también el filo de la cuchilla en cuatro lados; por lo tanto, la dimensión del radio es de 9cm = 0.09m. La unión entre las cuchillas y el árbol de transmisión será mediante soldadura.

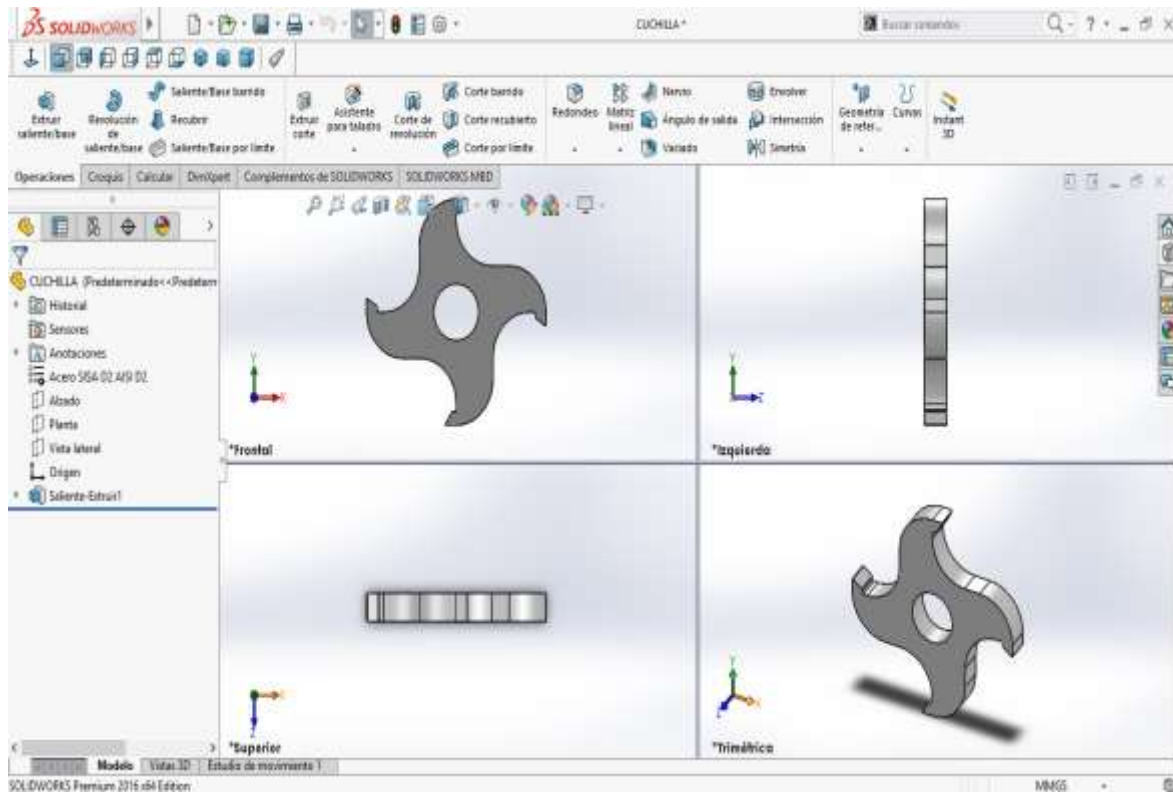


Figura 14: diseño de una cuchilla trituradora PET.

- Hallamos el torque en todas las cuchillas

Donde:

T : Torque N.m

F_{desg} : Fuerza de desgarramiento N.m.

r : Radio de la cuchilla en mm.

$N^{\circ}cuchillas$: Número de cuchillas

$$T = F_{desg} \times r \times N^{\circ}cuchillas$$

$$T = 660 \times 0.09 \times 4$$

$$T: 237.6 \text{ Nm}$$

d) Longitud y diámetro del eje de la trituradora de botellas de plástico.

El eje de la máquina trituradora de botellas plásticas constantemente está sometida a cargas de flexión y tracción que se generan por la transmisión de potencia entre poleas.

La cuchilla está diseñada con una longitud del eje de 90 cm y un diámetro de 76 mm.

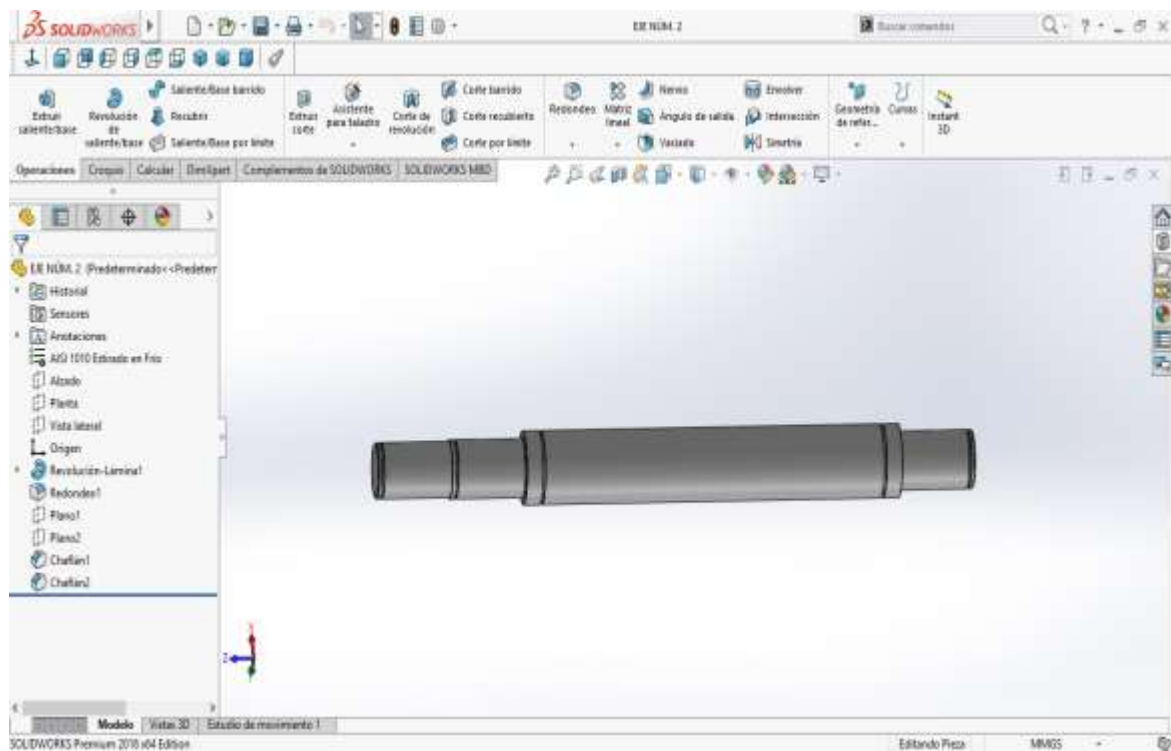


Figura 15: diseño del eje de la cuchilla.

Tabla 6: Acero AISI-SAE 1045 1080540

Características	Por su dureza y tenacidad es adecuado para la fabricación de componente de maquinarias. Responde al tratamiento térmico y al endurecimiento por llama o inducción Ante soldadura, presenta una soldabilidad adecuada.
Normas	ASTM A108

Propiedades mecánicas	Dureza 163 HB (84 HRB), esfuerzo de fluencia 310 Mpa, esfuerzo máximo 565 Mpa, elongación 16% en 50mm, módulo de elasticidad, 200Gpa, AISI 1212= 100%.
Propiedades físicas	Densidad 7.87 g/cm ³)
Propiedades químicas	0.43-0.50 % C, 0.60 – 0.90 %, Mn 0.04%
Usos	Piñones, cuñas, ejes, tornillos, partes de máquinas, herramientas agrícolas, etc.
Tratamiento térmico	Normalizado a 900 °C y recocido a 790 °C

Fuente: www.sumiteccr.com/aplicaciones/articulos/pdf/AISI%201045.pdf.

e) Capacidad de producción

Se determina la cantidad de botellas trituradas, es decir cuanta cantidad (en peso) se tritura en una hora, capacidad relacionada a la cantidad recolectada por día, llega a ser un promedio de 500kg de botellas PET diariamente.

Consideramos botellas PET de 500ml que es lo que se recolecta en mayor cantidad en la empresa “Planeta Verde EIRL” juntando diariamente 500kg.

Tabla 7: parámetros de la botella PET.

BOTELLA PET	UNIDAD
Peso vacío	28 g
Altura	22.5 cm
Diámetro medio	6.5 cm

Fuente: elaboración propia.

$$N^{\circ} \text{ botellas} = \frac{\text{cantidad}(kg)}{\text{peso de botella}(kg)}$$

$$N^{\circ} \text{ de botellas} = \frac{500kg}{0.028kg}$$

$$N^{\circ} \text{ de botellas} = 17857.14 \text{ botellas}$$

Numero de botellas con relación a longitud del eje.

$$Nb = \frac{D}{L}$$

Donde:

Nb : Número de botellas con relación a la longitud del eje

D : Diámetro de las cuchillas

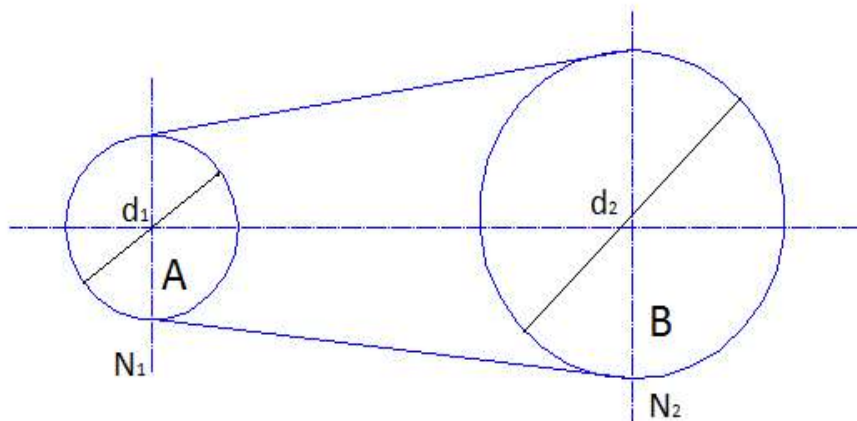
L : Longitud del eje

$$Nb = \frac{180mm}{900} = 0.2 \text{ botellas}$$

f) Revoluciones del eje.

Formula:

$$N_1 d_1 = N_2 d_2$$



Donde:

N_1 : Velocidad de la polea de entrada (velocidad del motor).

d_1 : Diámetro de la polea de entrada.

N_2 : Velocidad de la polea de salida (velocidad del eje).

d_2 : Diámetro de la polea de salida.

Tabla 8: diámetro de las poleas según potencia y revolución del motor.

potencia del motor (HP)	Rpm del motor	Diámetro de la polea al motor (in)	Diámetro de la polea al eje (in)
10	1200	5	20

Fuente: elaboración propia.

N_1 : 1200 rpm

d_1 : 5plg = 12.7 cm

d_2 : 20pulg = 50.8 cm

$$N_2 = \frac{N_1 d_1}{d_2} = \frac{1200 \text{ rpm} \times (12.7 \text{ cm})}{50.8 \text{ cm}} = 300 \text{ rpm}$$

Velocidad del eje = 300 rpm

Hallamos la cantidad de botellas trituradas por minuto:

Velocidad del eje x N° de botellas con relación a la longitud del eje = botellas/min

$$300 \text{ rpm} \times 0.2 \text{ botellas} = 60 \text{ botellas/min}$$

g) Capacidad de producción de la máquina.

$$60 \frac{\text{botellas}}{\text{min}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hora}} \times \frac{0.028 \text{ kg}}{1 \text{ botella}} = 100.8 \text{ kg/h}$$

Capacidad de producción de la máquina trituradora de botellas plásticas = 100 kg/h.

h) Determinamos la potencia del motor.

$$P = \frac{T \times RPM}{5252}$$

Donde:

P: potencia (HP)

T: Torque (lb. ft)

Rpm: revoluciones del eje

5252: constante de conversión

Reemplazando:

Torque = 175.2448 lb.ft

$$P = \frac{175.2448 \times 300}{5252}$$

$$P = 10.01 \text{ HP} =$$

potencia del motor = 10 HP

i) Cálculo de la fuerza sobre la cuchilla.

Para calcular la fuerza sobre la cuchilla, consideramos la potencia del motor:

Potencia del motor: 10 HP

$$10 \text{ HP} \times \frac{745.7 \text{ W}}{1 \text{ HP}} = 7457 \text{ W}$$

Velocidad angular del eje:

$$300 = \frac{rev}{min} \times \frac{2\pi rad}{1rev} \times \frac{1min}{60seg} = 31.415 \text{ rad/seg}$$

Torque del eje:

$$\frac{Potencia}{velocidad \text{ angular}} = \frac{7457W}{31.415rad/seg} = 237.37Nm.$$

Fuerza sobre la cuchilla:

$$Fc = \frac{Torque}{radio}$$

Reemplazando:

$$\frac{237.37 \text{ Nm}}{0,09m} = 2637 \text{ N}$$

j) Cálculo de banda y poleas.

Longitud de la banda.

Formula:

$$L = 2A + 1,5(D + d) + \frac{(D - d)^2}{4A} = mm$$

Donde:

L: longitud de la banda

A: distancia de centro a centro

D: Diámetro mayor

d: Diámetro menor

$$A = 1,5(d + D)$$

$$A = 1,5(127 + 508)$$

$$A = 952.5mm$$

Reemplazando:

$$L = 2(952.5) + 1,57(508 + 127) + \frac{(508 - 127)^2}{4952.5}$$

$$L = 2940.05mm = 294.005cm$$

k) Ángulo de contacto de la banda.

$$\alpha = 180 - 57 \left(\frac{D + d}{A} \right)$$

α : Ángulo de contacto.

A : Distancia entre ejes.

D : Diámetro de la polea mayor.

d : Diámetro de la polea menor.

Reemplazando:

$$\alpha = 180 - 57 \left(\frac{508 + 127}{952.5} \right)$$

$$\alpha = 142^\circ$$

l) Cálculo de la potencia ante sobrecargas.

Al existir un volumen adicional del material a procesar en el motor se produce una sobrecarga, por lo tanto, requiere mayor corriente eléctrica que la nominal produciéndose un sobrecalentamiento acortando la vida útil del motor y disminuyendo su eficiencia de trabajo. El factor de servicio para un motor de 10HP es de 1.5.

Máquinas motrices	Motores eléctricos cd = 2 cn Motores térmicos multicilindros > 600 rpm			Motores eléctricos c maxi > 2 cn Monocilindro < 600 rpm		
	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d	< 6 h/d	6 a 16 h/d	16 a 24 h/d
<i>Cargas uniformes ligeras:</i> Agitadores para líquidos, bombas y compresores centrífugos-ventiladores hasta 7,5 Kw Pequeños transportadores	1,0	1,1	1,2	1,1	1,2	1,3
<i>Cargas uniformes medias:</i> Transportadores de cinta (arena, grano) Ventiladores superiores 7,5 Kw Generadores-alternadores, máquinas herramientas Maquinaria artes gráficas, prensas, cizallas, lavadoras, bombas rotativas.	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4
<i>Cargas irregulares con sobrecargas:</i> Maquinaria para ladrillos y cerámica Elevadores con canchales. Compresores y bombas de pistones. Maquinaria papel. Pulverizadores. Maquinaria textil.	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
<i>Cargas irregulares y sobrecargas importantes:</i> Molinos, machacadoras, laminadoras, calandras mezcladoras, Gruas, dragas.	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,8
Cargas muy irregulares y grandes sobrecargas.	2	2	2	2	2	2

Figura 16: factor de servicio de un motor eléctrico.

La potencia de sobrecarga (potencia efectiva o potencia de diseño) del motor es producto de potencia nominal por el factor de servicio ante sobrecargas.

$$\text{potencia efectiva} = \text{potencia nominal} \times \text{factor de servicio}$$

$$\text{potencia efectiva} = 10\text{HP} \times 1.1$$

$$\text{potencia efectiva} = 11$$

m) Numero de bandas.

✓ Sección transversal de la banda tipo V.

En el gráfico se muestra los tipos de bandas 3V, 5V, 8V. El tipo de banda tipo V se determina considerando los siguientes datos.

- potencia efectiva = 11HP
- Revoluciones del motor = 1200rpm
- Revoluciones del eje = 300rpm

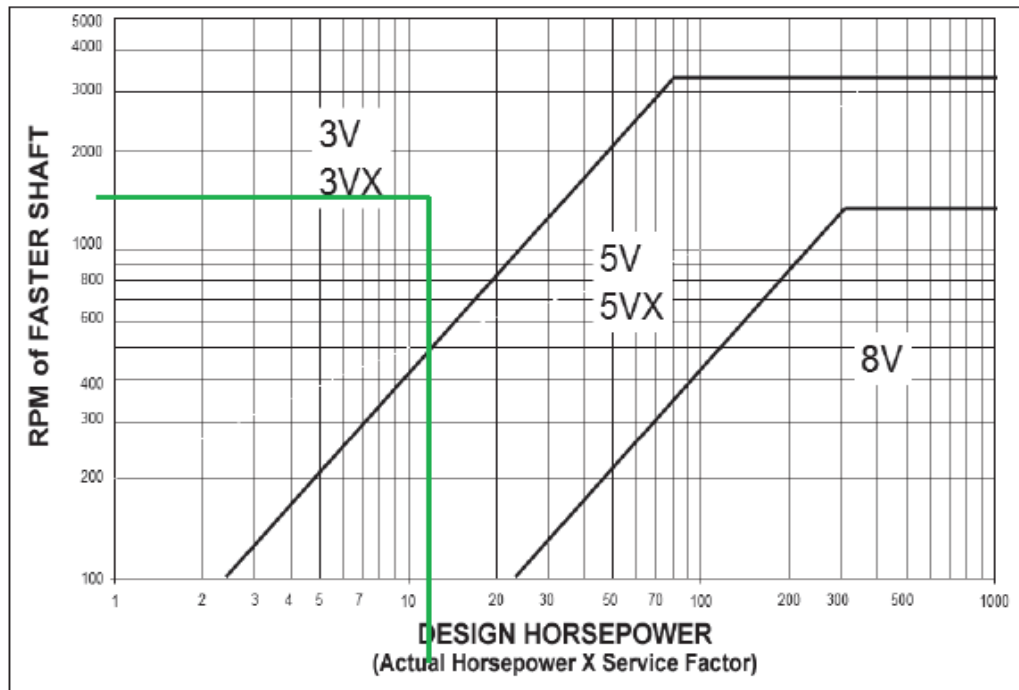


Figura 17: selección de sección transversal de banda.

FACTOR DE CORRECCION		
Arco de contacto sobre polea menor	Poleas acanaladas	Poleas acanalada plana
180°	1.00	0.75
175°	0.99	0.76
170°	0.98	0.77
167°	0.97	0.78
164°	0.96	0.79
160°	0.95	0.80
157°	0.94	0.81
154°	0.93	0.81
150°	0.92	0.82
147°	0.91	0.83
144°	0.90	0.83
140°	0.89	0.84
137°	0.88	0.85
134°	0.87	0.85
130°	0.86	0.86
127°	0.85	0.85
124°	0.84	0.84
120°	0.82	0.82
118°	0.81	0.81
115°	0.80	0.80
113°	0.79	0.79
110°	0.78	0.78
108°	0.77	0.77
106°	0.77	0.77
104°	0.76	0.76
102°	0.75	0.75
100°	0.74	0.74
98°	0.73	0.73
96°	0.72	0.72
4°	0.71	0.71

Figura 18: factor con respecto al ángulo de contacto con la polea.

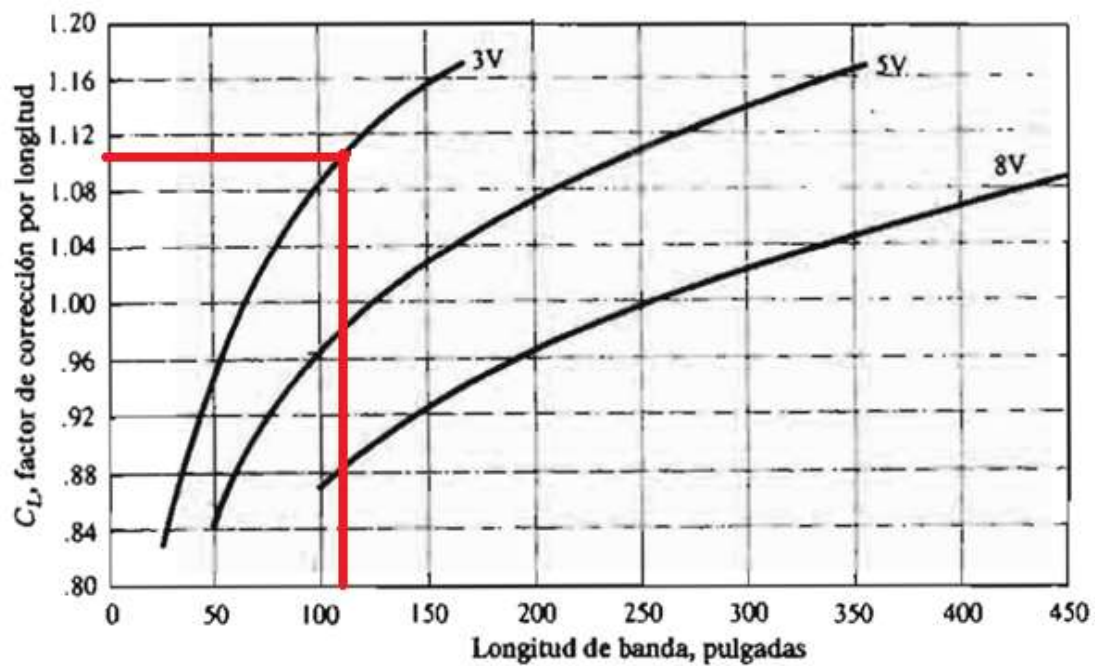


Figura 19: factor de correlación por longitud de la banda.

El número de bandas se calcula a partir de la potencia del motor, afectada por los coeficientes correctores de ángulo de contacto y longitud de la banda.

Tabla 9: factor de correlación.

FACTOR DE CORRELACIÓN	
Potencia de motor(HP)	10
Por ángulo de contacto 142°	0.89
Por longitud de la banda (in) 294.005cm = 115.75 pulg.	1.10

Fuente: elaboración propia.

$$Nb = \frac{P_e}{P_c}$$

Nb : numero de bandas.

P_e : Potencia efectiva.

P_c : Potencia corregida.

$$P_c = C_\theta * C_l * P$$

C_θ : Factor de correlación por ángulo de contacto.

C_l : Factor de correlación por longitud.

P : Potencia.

Reemplazando:

$$P_c = 1.10 \times 0.89 \times 10$$

$$P_c = 9.79$$

Determinamos el número de bandas

$$Nb = \frac{11.5}{9.79}$$

$$Nb = 1,12 = 1 \text{ BANDA}$$

n) Factor de carga.

Es una serie que establece la potencia que proporciona o entrega del motor cuando ya se encuentra en funcionamiento con relación a la potencia que puede entregar.

Para un motor de 10HP el factor de carga es 89.5%

$$\text{factor de carga} = \frac{\text{Potencia real de entrega}}{\text{potencia del motor}}$$

Para un motor de 10HP el factor de carga es 89.5%

$$\text{potencia real entregada} = \frac{89.5\%}{100\%} \times 10HP$$

$$\text{potencia real entregada} = 8.95HP$$

3.4 REALIZAR ANÁLISIS ECONÓMICO.

Los costos que se detallan a continuación corresponden para la elaboración de la máquina trituradora de botellas plásticas, los cuales fueron obtenidos de diferentes proveedores.

Los costos de la mano de obra fueron obtenidos de la empresa metalmecánica “Fundición Chepén SAC” ubicada en Car. Lambayeque – Mz. D Lt 21 (Frente a la derrama magisterial) Chiclayo – Chiclayo – Lambayeque.

3.4.1 COSTOS PARA LA ELABORACIÓN DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE BOTELLAS PET DE 100 KG/H.

Se detallan todos los costos de los materiales, equipo y servicios para obtener el costo total la elaboración de la máquina trituradora de botellas plásticas.

Tabla 10: Costos para la elaboración de una máquina trituradora de botellas plásticas PET de 100 kg/h

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND	COSTO TOTAL
	Costos de materiales			
1	Planchas de acero ASTM.340 de 1’’ de espesor	2	m ²	S/.300.00
2	Planchas metálicas de acero A-36 de 1/8’’ de espesor	6	m ²	S/.200.00
3	Angulo de 2’’ x 2’’ x 1/4’’	2	m	S/.210.00
4	Eje de acero AISI-SAE 1045	1	m	S/.300.00
5	Soldadura cellocord 1/8	3	kg	S/.55.00
6	Discos de corte y devaste	10	unid	S/.120.00
7	Tubo cuadrado 1" x 1"	4	m	S/. 190.00
	Pintura	4	l	S/.100.00
10	Correa de transmisión	1	unid	S/. 180.00
	Tornillos de 1 1/2" x 7/16" grado 8, con arandelas, anillo a presión y tuercas	10	unid	S/.60.00
	Rodamientos SKF	2	unid	S/.170.00
sub total				S/.1885.00
Costos de elementos electromecánicos				
	Motor eléctrico 10 HP	1	unid	S/.4200.00
	Contactador trifásico 35 A	1	unid	S/.10.00
	Relé térmico 30 A	1	unid	S/.35.00
	Caja eléctrica 4 pulg.	1	unid	S/.30.00
	Cables y otros			S/.250.00
	Interruptor magnético 30A	1	unid	S/.35.00
Sub total				S/.4560.00

	Costo de montaje y otro	personal	tiempo	Costo
	Servicio de torno			S/.1100.00
	Servicio de soldado y oxicorte			S/.150.00
	Servicio de montaje de estructuras y equipos			S/.300.00
	Servicio de instalación eléctrica			S/.200.00
	Servicio de pintura			S/.180.00
subtotal				S/.1930.00
Costo total				S/.8375.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11: capacidad de carga del camión de carga con relación al peso que transporta por cada viaje.

Capacidad de carga del camión	Peso transportado por viaje
10 toneladas	7 toneladas

Fuente: elaboración propia.

Se determina que debido al volumen de las botellas plásticas el camión con capacidad de carga de 10 toneladas, solamente lleva 7 toneladas por cada viaje realizado dejando de transportar 3 toneladas.

Tabla 12: precio del PET por Kg.

Precio de compra	S/ 1.20.00
Precio de venta	S/ 2.00

Fuente: elaboración propia.

$$3000kg \times 0.80 = S/ 2400 \text{ Cada viaje realizado.}$$

Con la máquina trituradora se logra disminuir el volumen de las botellas plásticas de tal manera que por cada viaje el camión con capacidad de 10 toneladas lleva su carga completa, generando un ingreso de 2400 nuevos soles por cada viaje realizado.

Para la operación de la máquina es necesario 01 operario, teniendo un sueldo de S/1,200.00 mensual y un ayudante de almacén con un sueldo mensual de S/ 930mensual, el consumo de energía eléctrica es de 7.45 kw por día, la máquina tendrá un tiempo de trabajo aproximado de 5 horas durante el día, teniendo 124 horas de trabajo mensual.

Con la implementación de la máquina se buscó más acopiadores obteniendo un ingreso de materia prima diario de 650 kg.

Se procede a calcular los costos de energía eléctrica, costo de operación de la máquina trituradora y las ganancias obtenidas.

*Costo de Energía Eléctrica = consumo Mensual * Costo kWh*

$$\text{Costo de Energía Eléctrica} = 923.8 \text{ kWh} * \frac{0.30}{\text{kWh}}$$

Costo de Energía Eléctrica = S/277.14 mensual

Flujo de egreso:

Tabla 13: flujo de egreso.

EGRESO			
DESCRIPCION	UND	TOTAL/DIA	TOTAL/MES
OPERADOR DE MÁQUINA	soles	40.00	1200
AYUDANTE DE ALMACEN	soles		930
MANTENIMIENTO	soles		200
CONSUMO DE ENERGIA	soles	9.24	277.14
TOTAL		S/49.24	S/2,607.14

Fuente: elaboración propia.

Flujo de ingreso.

Tabla 14: flujo de ingreso por mes.

MES	TOTAL INGRESO/MES
1	S/4,800.00
2	S/4,800.00
3	S/4,800.00
4	S/4,800.00
5	S/4,800.00
6	S/4,800.00
total	S/28,800.00

Fuente: elaboración propia.

Analizando el cuadro anterior tenemos un ingreso de 4800 soles mensuales por que por cada viaje realizado con la implementación de esta máquina tendremos una ganancia de 3000kg a S/ 0.80 – kg, dos veces al mes que hacen un total del monto arriba mencionado.

Tabla 15: flujo neto efectivo proyectado.

DETALLE	PERIODO						
	0	1	2	3	4	5	6
	FLUJO DE INGRESO						
		S/4,800.00	S/4,800.00	S/4,800.00	S/4,800.00	S/4,800.00	S/4,800.00
	FLUJO DE EGRESOS						
		S/ 2,607.14	S/ 2,607.14	S/ 2,607.14	S/ 2,607.14	S/ 2,607.14	S/ 2,607.14
FLUJO NETO EFECTIVO PROYECTADO	S/ 8,375.00	S/2,192.86	S/2,192.86	S/2,192.86	S/2,192.86	S/2,192.86	S/2,192.86

Fuente: elaboración propia.

Análisis VAN y TIR

Tabla 16: análisis VAN y TIR.

0	-S/ 8,375.00
1	S/2,192.86
2	S/2,192.86
3	S/2,192.86
4	S/2,192.86
5	S/2,192.86
6	S/2,192.86
VAN	-S/ 605.9
TIR	15%

Fuente: elaboración propia.

3.4.2 COSTOS DE COMPACTACIÓN ANTES DE SER TRANSPORTADO.

Es importante tener en cuenta que para optimizar el almacenamiento y transporte de la empresa Planeta Verde EIRL también debe contar con una prensa compactadora de PET para así compactar las botellas trituradas y reducir el volumen.

Ventajas de tener una compactadora.

- Permite reducir de forma significativa el volumen de los residuos plásticos lográndose almacenar una mayor cantidad y aumentar tus ingresos con una mayor venta de residuos.
- Una compactadora es de fácil usar y tus residuos son compactados e bloques manejables.
- Se puede lograr reducir hasta un 90% de su volumen original.
- Además la compactadora mostrada en la siguiente figura tiene la ventaja que se puede usar para compactar cartón por lo tanto puedes generar mayor ingreso compactando cartón.



Figura 20: compactadora de plástico.

- ❖ El costo de una compactadora es de \$ 1000 - \$ 5000 (dólares americanos). El precio es variable de acuerdo al tamaño requerido.

IV. DISCUSIÓN

A partir de los resultados que hemos obtenido, aceptamos la hipótesis que establece la factibilidad de diseñar una máquina trituradora de plásticos PET de una capacidad de 100kg/h para reducir su volumen antes de ser almacenadas y transportadas en la empresa Planeta Verde EIRL Chiclayo.

Estos resultados guardan relación con lo que sostuvo Diego armando pilatasig Lasluisa y Freddy Rodolfo Pozo Correa (2014) en su tesis “diseño y construcción de una máquina para moler plásticos PET para la microempresa de reciclaje santa Anita ubicada en el cantón salcedo provincia de Cotopaxi – Ecuador.

Se realizó una previa investigación del material PET (tereftalato de polietileno) propiedades físicas y químicas, como también investigar el uso de materiales de plástico tipo PET que es muy elevado, tanto en el Perú como en el mundo, lo cual solo un pequeño porcentaje es reciclado.

V. CONCLUSIONES

Mediante la investigación realizada se presentan las siguientes conclusiones:

- La empresa Planeta Verde EIRL ubicada en la ciudad de Chiclayo, tiene como materia prima las botellas de plástico tipo PET y su principal problema es el almacenamiento y transporte teniendo como principal necesidad contar con una máquina para triturar las botellas plásticas (PET) y así optimizar el almacenaje y transporte.
- Existe el medio de información teórica en lo cual se encuentra sustentado las propiedades de las botellas de plástico tipo PET para realizar el diseño y elaboración de una máquina trituradora de botellas plásticas (PET), para la empresa Planeta Verde EIRL
- Se realizó dichos cálculos de diferentes elementos seleccionados para la elaboración de la máquina trituradora de botellas de plástico tipo PET como fuerza sobre la cuchilla, potencia del motor, revoluciones del eje.
- En el cuarto objetivo concluyo que mi proyecto es viable económicamente, el análisis realizado determino un valor actual neto de 605.9 soles, una tasa interna de retorno de 15% en un periodo de 6 meses recuperando la inversión inicial, además de solucionar el problema planteado.

VI. RECOMENDACIONES

Se presentan las siguientes recomendaciones para obtener un correcto funcionamiento de la máquina trituradora de botellas permitiéndonos un trabajo eficiente.

- La máquina debe tener un mantenimiento regular, procurando revisar el estado de los rodamientos, el correcto afilado y posición de las cuchillas y también el tensado de la correa de transmisión.
- Separar los materiales como cauchos y plásticos blancos (etiquetas, fundas, etc.) y así poder evitar que se acumule en zonas no deseadas.

VII. REFERENCIAS

BEYSENBUG, VON.

CORBITT.

Geyer, Jambeck y Law, Lavender. 2017. 2017.

Hernandez Sampieri y Baptista Lucio. 2010. *una tecnica es el conjunto de mecanismos medios y procedimientos que nos conducen a reunir datos con un proposito especifico.*

México : metodología de la investigación, 2010. 225.

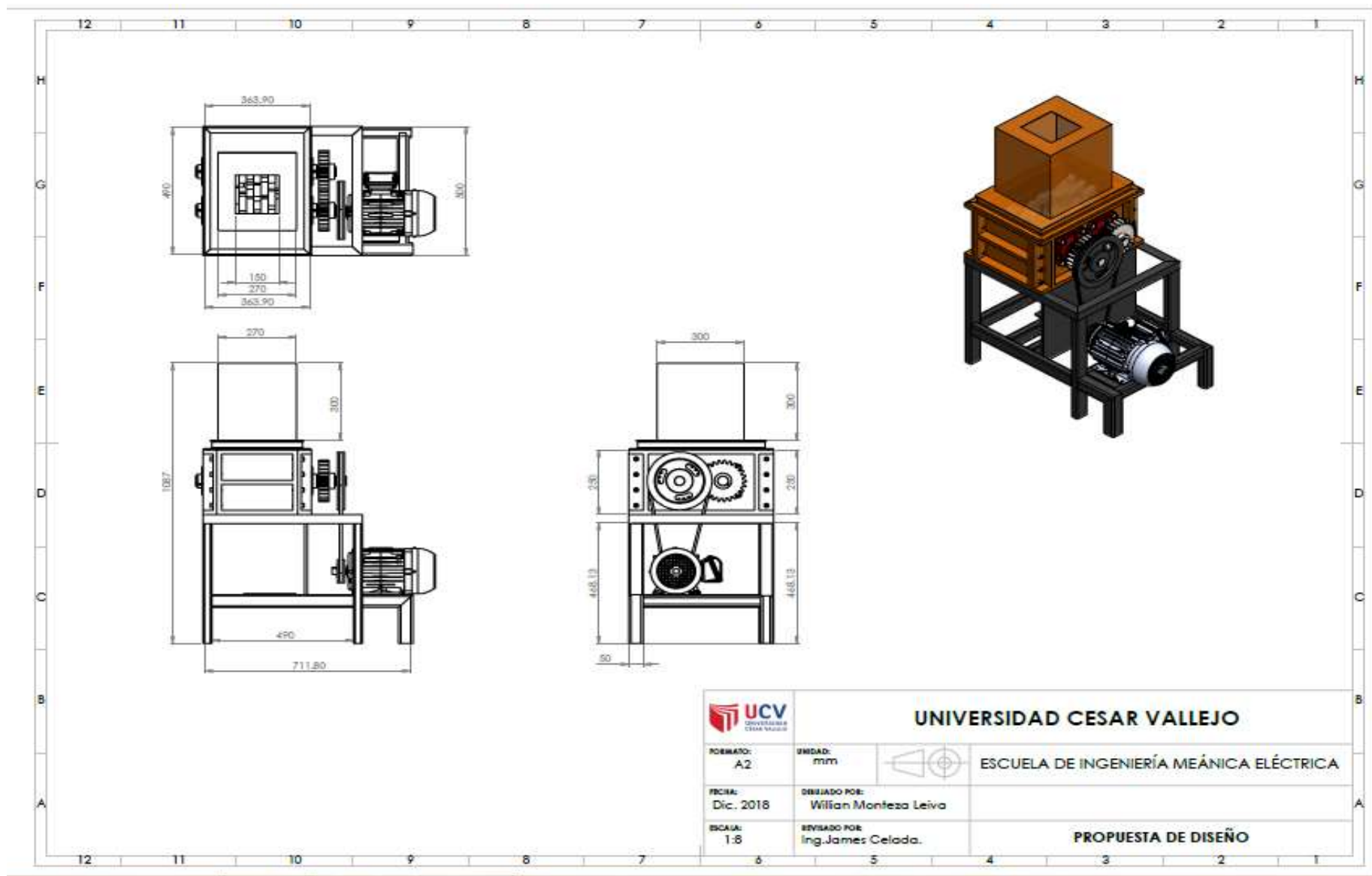
MOTT , ROBERT L . 1995. *Diseño de elementos de máquinas .* México : prentice Hall, 1995.

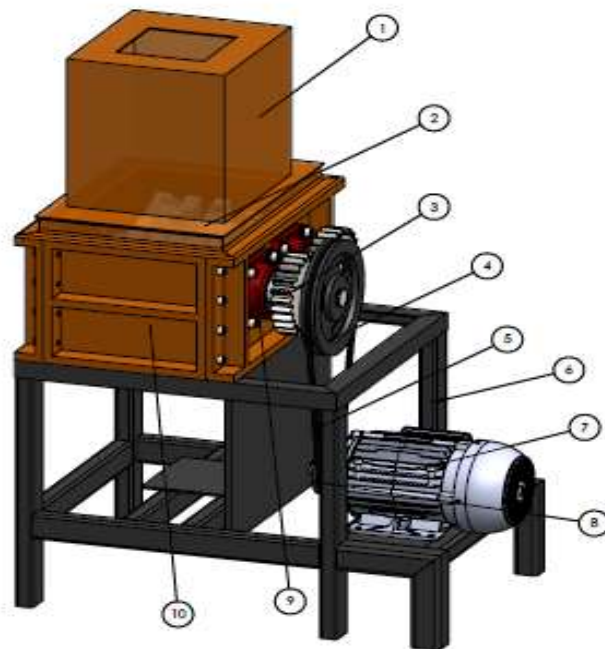
Pozo Correa, Freddy Rodolfo y Pilatasig Lsluisa, Diego Armando. 2014. *"DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA PARA MOLER PLÁSTICOS PET CON CAPACIDAD DE 100KG/H PARA LA MICROEMPRESA DE RECICLJE SANTA ANITA.* Latacunga - Ecuador : s.n., 2014.

ANEXOS



Figura 21: almacenamiento de botellas plásticas PET en la empresa planta verde EIRL.





Nº	Descripción	Cantidad
1	Tolva de llenado	01
2	Cuchillas	08
3	Engranajes Rectos	02
4	Polea Mayor	01
5	Faja	01
6	Estructura	01
7	Motor 10 Hp	01
8	Polea Menor	01
9	Chumaceras	04
10	Cubierta de triturado	01



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

FORMATO:
A2

UNIDAD:
mm



ESCUELA DE INGENIERÍA MEÁNICA ELÉCTRICA

FECHA:
Dic. 2018

DISEÑADO POR:
Willian Montez Leiva

ESCALA:
1:5

REVISADO POR:
Ing. James Celada Padilla

PROPUESTA DE DISEÑO

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, **ING DANTE OMAR PANTA CARRANZA**, docente de la Facultad **DE INGENIERÍA** y Escuela Profesional **INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA** de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada

"DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE BOTELLAS PLÁSTICAS DE 100KG/H PARA OPTIMIZAR SU TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO EN LA EMPRESA RECICLADORA PLANETA VERDE EIRL - CHICLAYO",

Del estudiante **MONTEZA LEIVA, WILLIAN**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de **18%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.


El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 20 de setiembre de 2019


.....
Mgtr Ing Dante Omar Panta Carranza
DNI: 17435779

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	-----------------------	--------	---------------------------------

FORMATO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
---	---	---

Yo WILLIAN MONTEZA LEIVA, identificado con DNI N.º 48270876 egresada de la Escuela de ingeniería mecánica eléctrica de la Universidad César Vallejo, autorizo (x), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE BOTELLAS PLÁSTICAS DE 100KG/H PARA OPTIMIZAR SU TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO EN LA EMPRESA RECICLADORA PLANETA VERDE EIRL – CHICLAYO

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.


Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 48270876

FECHA: 14 de octubre del 2019

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
DE

E. P. DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Monteaga Leiva William

INFORME TITULADO:

DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA DE BOTELLAS
PLÁSTICAS DE 100KG/H PARA OPTIMIZAR SU TRANSPORTE Y
ALMACENAMIENTO EN LA EMPRESA RECICLADORA
PLANETA VERDE EIRL - CHICLAYO.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 02 DE OCTUBRE DE 2019

NOTA O MENCIÓN: APROBADO POR MAYORÍA



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN